

DES TYPES INDIVIDUELS
DE
VENTILATION PULMONAIRE APPARENTE

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Mardi 7 Juillet 1925

POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

RENÉ-PAUL ÉTIENNE

Né le 8 Mars 1898, à CORNIMONT (Vosges)

Examineurs de la Thèse :	{	MM. LAMBERT, professeur	Président.
		ROBERT, professeur... ..	Juges.
		MATHIEU, agrégé	
		MUTEL, agrégé	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront posées sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY

ANC. IMPRIMERIE VAGNER, 3, RUE DU MANÈGE

1925

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

1924-1925

N° 298

DES TYPES INDIVIDUELS

DE

VENTILATION PULMONAIRE APPARENTE

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Mardi 7 Juilbet 1925

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

RENÉ-PAUL ÉTIENNE

Né le 8 Mars 1898, à CORNIMONT (Vosges)



Examineurs de la Thèse :

{	MM. LAMBERT, professeur	<i>Président.</i>
	ROBERT, professeur... ..	<i>Juges.</i>
	MATHIEU, agrégé	
	MUTEL, agrégé	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront posées sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY

ANC. IMPRIMERIE VAGNER, 3, RUE DU MANÈGE

1925

UNIVERSITÉ DE NANCY — FACULTÉ DE MÉDECINE

Doyen : M. L. SPILLMANN, *, I O.

Assesseur : M. E. SIMON, *, I O.

Doyen honoraire : M. F. GROSS, O *, I O.

Professeurs honoraires : MM. NICOLAS, *, I O ; PRÉNANT, *, I O ;
F. GROSS, O *, I O ; HERRGOTT, O *, I O ; WEISS, O *, I O ;
BOUIN, O *, I O ; ANGEL, *, I O.

Professeurs

Chimie médicale et toxicologie.....	M. GARNIER, I O.
Hygiène.....	M. E. MACÉ, *, I O.
Clinique médicale.....	M. E. SIMON, *, I O.
Histoire naturelle médicale.....	M. P. VUILLEMIN, *, I O.
Médecine légale.....	M. P. PARISOT, O *, I O.
Clinique des maladies des enfants.....	N..
Anatomie pathologique.....	M. L. HOCHÉ, *, I O.
Clinique médicale.....	M. G. ÉTIENNE, *, I O.
Clinique chirurgicale.....	M. A. VAUTRIN, *, I O.
Clinique des maladies syphilitiques et cutanées.....	
Clinique de chirurgie infantile et d'orthopédie.....	M. L. SPILLMANN, *, I O.
Physiologie.....	M. R. FRÉLICH, *, I O.
Clinique obstétricale et Accouchements....	M. M. LAMBERT, *, I O.
Histologie.....	M. A. FRUCHINSCHOLZ, *, I O.
Anatomie descriptive.....	M. R. COLLIN, *, I O.
Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	M. M. LUCIEN, *, I O.
Clinique des voies urinaires.....	M. P. JACQUES, *, I O.
Clinique chirurgicale.....	M. P. ANDRÉ, *, I O.
Pathologie interne et clinique médicale propédeutique.....	M. G. MICHEL, *, I O.
Physique.....	M. L. RICHON, *, I O.
Chimie médicale.....	M. DUFOUR, *, I O.
	M. H. ROBERT, I O.

Chargés de cours complémentaires

Clinique des maladies tuberculeuses (1)....	M. M. PERRIN, *, I O, agrégé.
Thérapeutique.....	M. M. PERRIN, *, I O, agrégé.
Clinique des maladies tuberculeuses (1)...	M. J. PARISOT, O *, I O, agrégé.
Pathologie expérimentale et pathologie générale.....	
Pathologie externe.....	M. J. PARISOT, O *, I O, agrégé.
Clinique chirurgicale élémentaire (1).....	M. A. BINET, I O, agrégé libre.
Clinique des maladies contagieuses.....	M. A. BINET, I O, agrégé libre.
Clinique ophtalmologique.....	M. L. CAUSSADE, I O, agrégé.
Clinique des maladies mentales.....	M. P. JEANDELIZE, A O, agrégé.
Cours d'hydrologie.....	M. R. LALANNE, I O.
Médecine opératoire.....	M. M. PERRIN, *, I O, agrégé.
Electrothérapie et radiologie.....	M. M. BARTHÉLEMY, *, I O, agrégé.
Education physique.....	M. LAMY, I O, agrégé.
Accouchements (Cours théorique).....	M. P. MATHIEU, I O, agrégé.
Neurologie.....	M. JOB, *, I O, agrégé.
	CORNIL, I O, agrégé.

Agrégés en exercice

M. M. PERRIN, *, I O.	M. P. JEANDELIZE, A O.	M. WATRIN, *, I O.
M. G. THIRY, *, I O.	M. L. CAUSSADE, I O.	M. HAMANT, I O.
M. J. PARISOT, O *, I O.	M. BARTHÉLEMY, *, I O.	M. CORNIL, I O.
M. P. MATHIEU, I O.	M. LAMY, I O.	M. DE LAVERGNE, *, A O.
M. L. JOB, *, I O.	M. MUTEL, *, I O.	

Agrégés libres

MM. G. GROSS, *, I O ; S. REMY, I O ; BUSQUET, I O ; BINET, I O ; FAIRISE, A O.

M. A. PACAUD, I O, Secrétaire.

M. F. LAMBERT DES CHILLEULS, *, I O, Secrétaire honoraire.

(1) Fondation de l'Université.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les imputer.

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Infime témoignage de gratitude et de reconnaissance

A MA CHÈRE FIANCÉE

MEIS ET AMICIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR LAMBERT

Professeur de Physiologie

Nous adressons nos respectueux remerciements à M. le Professeur LAMBERT pour le bienveillant intérêt qu'il nous témoigne ainsi que pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de la soutenance de cette thèse qui bien qu'envisagée du point de vue de l'Education physique, essaie d'apporter une contribution à une question importante de physiologie respiratoire.

A NOS JUGES :

MONSIEUR LE PROFESSEUR ROBERT

Professeur de Chimie Biologique

M. le Professeur ROBERT, en faisant partie de notre jury, nous procure un grand plaisir, car, outre que nous fûmes son élève dans la science aride qu'est la Chimie biologique, qu'il essayait de nous inculquer le plus simplement possible, nous avons toujours été très sensible à sa douce amabilité, si appréciée des étudiants.

MONSIEUR LE PROFESSEUR MATHIEU

*Professeur agrégé de Physiologie
chargé du Cours d'Education physique*

M. le Professeur agrégé MATHIEU, notre chef de travaux de physiologie pendant notre deuxième année d'études, fut toujours pour nous un maître bienveillant. Nous nous rappelons avec plaisir son cours si vivant, pénétré du besoin de faire comprendre et de laisser quelque chose de précis dans l'esprit de l'étudiant. Quand, en vue de notre thèse, il nous accueillit si cordialement dans son laboratoire d'Education physique encore à peine installé, et qu'il avait, seul, organisé, nous le savions enthousiaste et vibrant, mais nous avons appris par une fréquentation journalière que, l'homme parfaitement sociable ne le cédait en rien à l'homme de sciences.

Qu'il reçoive ici nos remerciements.

MONSIEUR LE PROFESSEUR MUTEL

Professeur agrégé d'Anatomie

Nous adressons à M. le Professeur agrégé MUTEL, qui a bien voulu accepter d'être notre juge, l'hommage de notre reconnaissance, car c'est lui, alors chef de travaux d'Anatomie, qui nous enseigna l'art difficile de la dissection avec sa remarquable compétence. Il savait unir à la complaisance de l'ainé, l'autorité du maître, et nous nous rappellerons longtemps la sympathie qu'il nous a témoignée.

A TOUS MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ
ET DANS LES HOPITAUX

INTRODUCTION

Lorsque M. le P^r Pierre MATHIEU nous accueillit dans son service d'éducation physique et d'organisation du travail et du sport, nous lui soumettions un sujet sensiblement différent de celui que nous traitons dans les pages qui suivent.

Nous nous proposons en effet alors de rechercher dans quelle mesure l'exercice de la natation pourrait constituer un moyen prophylactique contre la localisation pulmonaire, notamment apicale, de la tuberculose.

Cette idée, à première vue, a l'air paradoxale, et on ne voit pas bien comment on peut unir ces deux mots : natation et tuberculose.

Cependant la filiation des idées suivantes permet de le comprendre. Il est avéré que, quel que soit le foyer initial de tuberculisation, la localisation pulmonaire débute très souvent par les sommets. Or, si plusieurs raisons ont été invoquées pour expliquer cette prédilection, on s'accorde, en général, à attribuer aux conditions mécaniques locales une part étiologique importante : les sommets auraient une activité ralentie,

tant au point de vue de la circulation de l'air, que de la circulation du sang, en raison de la gêne qu'apporte à leur expansion l'anneau costal supérieur.

La déficience ou paresse relative imposée aux sommets, réalise une congestion sanguine passive et chronique, de nature à favoriser l'incrustation et la pullulation microbienne, spécialement en ce qui concerne le bacille de Koch.

Aussi a-t-on été jusqu'à préconiser une intervention chirurgicale (opération de Freund), consistant « à réséquer le premier cartilage costal, en dedans de son union avec la côte, sous anesthésie simplement locale ».

Favoriser la respiration apicale du poumon constitue donc un moyen d'empêcher ou de retarder l'impregnation tuberculeuse des sommets.

Comment y réussir?

1° Directement par l'opération précitée de Freund, qui libère le sommet de l'obstacle osseux de l'anneau costal supérieur;

2° Indirectement en augmentant la ventilation pulmonaire générale. Etant donnée la synergie fonctionnelle des différentes parties d'un organe, on peut en inférer que l'amélioration générale de la ventilation aura un effet favorable sur celle des sommets.

L'opération de Freund, dont les bons résultats sont admis par les uns, niés par les autres, n'aurait une valeur appréciable que dans l'asthme ou l'emphyseme. Les cas suivis ne sont pas assez nombreux, semble-t-il, pour en juger au point de vue tuberculeux.

Quant à l'amélioration indirecte de la ventilation apicale, on peut en poursuivre la réalisation en s'attachant à accroître la capacité pulmonaire et la ventilation *globale*. Mais on peut aussi, a priori, et c'était là le point de départ initial de notre travail, tendre à modifier au profit des sommets *la répartition de l'activité fonctionnelle* entre les différentes portions des poumons.

On sait, en effet, que suivant non seulement le sexe, mais encore les *individus*, les diverses régions de la cage thoracique participent inégalement à l'ampliation inspiratoire. Il peut aussi y avoir prédominance de l'activité d'un segment supérieur ou inférieur et divers « types respiratoires » sont ainsi réalisés.

Le but prophylactique poursuivi est sans doute atteint quand on réussit à transformer une respiration dite mixte, abdominale, diaphragmatique ou costale inférieure en une respiration du type costal supérieur. Rappelons à ce sujet que pour certains auteurs : « Il n'y a en réalité qu'un seul type respiratoire normal chez l'homme, c'est le type costal supérieur ou claviculaire, avec cette addition qu'il n'exclut ni le mouvement des côtes inférieures, ni le mouvement du diaphragme. Il se peut toutefois que par suite de la faiblesse des muscles véritablement inspireurs ou élevateurs des côtes, certains sujets prennent l'habitude d'accomplir une inspiration à peu près exclusivement costo-inférieure et diaphragmatique, mais ce sont des habitudes pathologiques, celles que précisément nous voulons combattre dans ce travail. » Dally (4).

Nous pensons que l'un des moyens les plus opérants pourrait bien être la natation, envisagée non pas au point de vue des multiples artifices modernes adaptés à la course de vitesse (crawl, trudgen), mais au point de vue de la simple brasse.

Dans celle-ci, en effet, le corps est presque horizontal, soutenu qu'il est librement par l'eau, et les muscles abdominaux ne peuvent plus se laisser distendre si facilement par la presse abdominale au moment des inspirations. Le jeu du diaphragme est par là-même limité, et la respiration, pour être normale, devrait être assurée par les parties supérieures des poumons, d'autant plus que la natation demande un effort respiratoire soutenu assez considérable.

Au moment de l'effort de propulsion, les jambes écartées se rapprochent vigoureusement, d'où contraction des muscles de la paroi abdominale, d'autant plus vigoureuse que les bras prenant appui sur l'eau accentuent encore cette contraction. La pratique de la natation tonifie donc la paroi abdominale et favorise encore, par la moindre course diaphragmatique, la respiration costale supérieure à l'inspiration.

La grande objection que l'on peut faire à la gymnastique d'agrès avec prise d'appui sur les bras, à savoir que le sternum de l'homme n'est pas un bréchet d'oiseau où s'insèrent des muscles de force, n'est pas valable pour la natation : la portion antérieure de la ceinture scapulo-sternale joue ici le rôle de souplesse qui lui est dévolu par sa structure anatomique. En effet, le poids spécifique du corps est un peu inférieur à celui de l'eau « il suffira donc de très légers mouvements des membres, exerçant

une pression de haut en bas sur le liquide, pour se maintenir à la surface de l'eau. » *Roblot*.

Partant de ces considérations, a priori, nous étions désireux de poursuivre la vérification d'une hypothèse qui satisfaisait notre esprit, à cause des avantages multiples qu'offrirait l'extension dans tous les milieux de la pratique gratuite et réglementée de la natation, unissant une prophylaxie physiologique d'une terrible maladie à une prophylaxie hygiénique de la même maladie.

Car vraiment, dans une société, par ailleurs évoluée comme la nôtre, il est pénible de voir le peu de cas que l'on fait de la natation, même au seul point de vue éducation physique, même dans de nombreuses sociétés sportives. De multiples stades, peu de piscines!

Or, deux difficultés surgirent aussitôt devant nous, d'une part le nombre très restreint de sujets : non nageurs, nageurs débutants, nageurs entraînés; d'autre part, pour la comparaison indispensable entre sujets soumis et non soumis à l'exercice de la natation, nous dûmes convenir qu'il ne suffirait pas de constater l'amélioration éventuelle locale de la ventilation apicale, mais qu'il serait indispensable de s'assurer du rendement de la respiration pulmonaire *globale*. Sans doute il y a des types respiratoires, mais deux individus de même type respiratoire ont-ils la même ventilation pulmonaire; au sens des conditions de renouvellement de l'air alvéolaire ? (1).

(1) Nous appelons ventilation pulmonaire ce renouvellement, réservant à la quantité d'air mise en mouvement dans l'unité de temps l'appellation de « circulation d'air ».

Donc, le résultat local ne devant pas faire négliger le résultat global, il importait de déterminer non seulement dans le type respiratoire, la part des différentes parties de l'appareil dans la ventilation, mais encore les caractères mêmes de cette ventilation. M. MATHIEU nous assurait également, en effet, que là encore les variations individuelles étaient sûrement considérables, et qu'un point à éclaircir tout d'abord lui paraissait être celui de l'existence de « types de ventilation ».

La valeur de ces remarques nous rendit perplexe sur la façon d'envisager les recherches que nous voulions entreprendre sur la respiration des nageurs, et il fut convenu que nous nous attacherions tout d'abord à élucider ce point essentiel, laissant provisoirement en suspens notre hypothèse initiale, hypothèse dont l'étude serait ensuite à coup sûr plus fructueuse. Si cette notion de types individuels de ventilation prenait corps, la manière de concevoir ce que devrait être une respiration parfaite pourrait bien être, au point de vue pratique, toute différente de celle dont on l'envisage habituellement.

Nous avons entrepris cette étude préliminaire, et les résultats nous en ont paru assez intéressants pour mériter de faire à eux seuls l'objet de notre travail inaugural.

Ce travail, nous l'avons divisé en plusieurs parties, suivant un plan qui nous a semblé logique et susceptible d'être pratique pour le lecteur non nécessairement familiarisé avec ce qui, dans la physiologie respiratoire, a rapport au sujet que nous traitons. Avant

tout, nous avons voulu fixer quelques définitions et quelques valeurs de chiffres qui, ces dernières surtout, offrent des variations assez considérables selon les auteurs.

Le plan adopté sera donc celui-ci :

Définitions;

Appareils employés et Technique adoptée;

Faits personnels. Résultats. Etude critique;

Conclusions;

Bibliographie. Table des matières.

DEFINITIONS

Appareils employés et Technique adoptée

Rappelons qu'au point de vue de la ventilation, c'est-à-dire du renouvellement de l'air, l'appareil thoraco-pulmonaire peut être comparé à un soufflet (Jolyet et Viault) muni d'un seul orifice sans clapet. (Pl. I. Fig.1).

Le soufflet pulmonaire peut s'ouvrir (donc se remplir) plus ou moins, mais il ne peut jamais se fermer (donc se vider) complètement.

Les mouvements d'ouverture réalisant un appel d'air constituent l'inspiration, les mouvement de fermeture chassant l'air au dehors constituent l'expiration.

Ces mouvements se produisent avec une certaine fréquence sans intervention de la volonté, et même, en dépit de son intervention si celle-ci prétend les suspendre au-delà d'un très court délai.

Mais la volonté peut en modifier, dans une fort

large mesure : la fréquence et le rythme, l'amplitude et les autres caractères.

On appelle :

Capacité vitale (ou d'Hutchinson) : la quantité d'air *maxima* que l'on peut expirer après avoir fait au préalable une inspiration *maxima*;

Air résiduel (ou résidu respiratoire) : la quantité d'air qui, après une telle expiration *maxima*, reste encore dans les poumons et ne saurait en sortir que par cessation du « vide pleural ».

Dans les conditions habituelles les inspirations et expirations sont loin d'être *maxima*; aussi on appelle :

Air courant : la quantité d'air mise en mouvement dans une inspiration ou une expiration ordinaire;

Air de renouvellement (P. Mathieu) : la quantité d'air frais qui pénètre effectivement dans les alvéoles à l'occasion d'une inspiration; cet air est égal à l'air courant, moins la portion de cet air qui ne pénètre que dans la trachée et les bronches et est par suite rejetée sans avoir été utilisé, ainsi que l'a montré Gréhant;

Air complémentaire : la quantité d'air inspiré en plus de l'air courant dans une inspiration *maxima*;

Air de réserve : la quantité d'air expiré en plus de l'air courant dans une expiration *maxima*;

Capacité totale des poumons : la somme de la *capacité vitale* et de l'*air résiduel*;

Capacité pulmonaire (Gréhant) : la somme de l'air

résiduel et de l'air de réserve, c'est-à-dire la quantité totale d'air qui reste dans les poumons après une expiration ordinaire; quantité dans laquelle l'air inspiré vient se diluer.

Coefficient de ventilation (Gréhan) : le rapport de l'air de renouvellement (air frais) à la capacité pulmonaire (air vicié); ce coefficient représente la *ventilation effective*.

Nous employerons fréquemment, par la suite, les abréviations suivantes :

Capacité vitale : C. V.;

Air résiduel : A. R^{al};

Air courant : A. Ct;

Air de réserve : A. d. R.;

Air complémentaire : A. C^{re}.

La valeur *moyenne* de ces divers éléments est indiquée comme suit par les traités classiques :

VOIR TABLEAU CI-APRÈS

AUTEURS	CAPACITÉ VITALE	AIR COURANT	AIR DE RENOU- VELLEMENT	AIR DE RÉSERVE	AIR RÉSIDUAL	CAPACITÉ PULMONAIRE	AIR COMPLÉMEN- TAIRE	COEFFICIENT DE VENTI- LATION	CAPACITÉ TOTALE
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
	$b + d + g$					$d + e$		$\frac{e}{c + d + e}$	$a + e$
BEAUNIS (1).....	3770 cm ³	500 cm ³		1600 cm ³	1200 cm ³	2800 cm ³	1670 cm ³		4970 cm ³
LAULANIE.....	3770	500		1600	1655	3255	1670		5425
MORAT et DOYON....	3770	500	330 cm ³	1600	1880	3480	1670	1/40 ^e environ	5650
ARTHUS.....	3700	500		1600	1880	3480	1600		5580
GLEY.....	3500	500		1600	1000	2500	1500		4500

(1) Nous avons appris par M. le Professeur LAMBERT qu'une des séances de travaux pratiques, instituées au laboratoire de physiologie de Nancy par BEAUNIS, était autrefois consacrée à des mesures anthropométriques diverses. Nous aurions été heureux de pouvoir nous reporter au détail de ces mensurations, bien qu'elles aient été faites plutôt en se plaçant au point de vue de la pneumatométrie et de la pneumatothérapie (A. KUSS, 1876), ou des relations existant entre la taille, la capacité vitale, la force d'inspiration et d'expiration, la force musculaire, etc... (A. RENÉ, 18-0).

Les cahiers contenant ces documents intéressants ont été perdus lors du déménagement du laboratoire.

Les différences sensibles dans les valeurs données par les auteurs n'ont rien de surprenant si l'on songe que, d'une part, il s'agit d'un phénomène biologique et que, d'autre part, des facteurs, très variables aussi, interviennent dans la détermination de ces chiffres : âge, taille, sexe, poids, conditions extérieures de température, de pression, moment dans la journée, etc .., et puis le coefficient d'appréciation de chaque expérimentateur.

D'ailleurs, pour le but que nous nous proposons, ces chiffres n'ont évidemment que leur valeur de *moyenne*.

Ce qui nous importe bien davantage ici, c'est de savoir, *étant données les variations individuelles, quelles sont les limites de ces variations.*

Bien entendu, dans nos expériences personnelles, nous avons essayé d'éliminer, dans la mesure du possible, les causes d'erreur, mais nous ne sommes pas à l'abri de certaines critiques, qui tiennent essentiellement aux conditions matérielles de recrutement des sujets. Ainsi, par exemple, nous avons eu quelquefois la main forcée quand il nous fallait examiner un sujet pendant la digestion, alors que notre préférence eût été à un examen du matin.

Résumons donc les différentes conditions que doit réaliser un examen spirométrique pour que les résultats n'aient pas une marge d'erreurs assez considérable pour fausser leur interprétation. Empruntons tout d'abord à d'Heucqueville les recommandations qu'il a suivies dans ses expériences spirométriques :

1° Placer le sujet debout et mi-nu;

2° Prendre la capacité lorsque l'abdomen n'est pas distendu par les gaz et que l'estomac est vide;

3° Recommencer l'expérience plusieurs fois. On observe que les chiffres obtenus augmentent dans les trois premiers examens, pour diminuer du troisième au neuvième. A partir de ce dernier, les résultats fournis par les examens sont à peu près constants;

4° Ne pas souffler trop fort dans les appareils. L'expiration doit être modérément soutenue;

5° Vérifier l'expiration par le calcul de l'inspiration.

La deuxième condition est, nous l'avons dit, pratiquement difficile à réaliser.

Pour la notation de la capacité vitale nous avons pris non la moyenne, mais toujours le chiffre maximum obtenu, ce qui nous semble beaucoup plus rationnel.

La quatrième condition « ne pas souffler trop fort » est discutable, car nous avons remarqué qu'avec un spiromètre de Verdin en bon état cela n'avait guère d'importance pour le résultat.

Par contre, les deux conditions énumérées dans le premier paragraphe sont très importantes.

On sait en effet que, outre le mouvement, l'attitude posturale passive ou active influence aussi les caractères de la respiration, en ce qui concerne sa fréquence, son type et la circulation d'air. C'est ainsi pour nous, en tenir à un exemple classique, que d'après Smith (cité par Beaunis, Beclard, Dally, etc.),

si on représente par 1 la circulation d'air en décubitus dorsal, on note :

<i>Décubitus dorsal</i> (1).....	1
<i>Station assise</i>	1,18
<i>Lecture</i>	1,26
<i>Station debout</i>	1,33
<i>Marche lente</i>	1,9
<i>Marche rapide</i>	4
<i>Course</i>	7

Aussi pour que les différents individus soient comparables, la position debout immobile a été choisie pour tous (sacrum légèrement appuyé).

D'autre part nous avons veillé à ce que le sujet demi-nu ne soit aucunement gêné au niveau de la ceinture.

En effet, les chiffres publiés sont, à ce point de vue, tout à fait d'accord avec les résultats de notre expérience personnelle. C'est ainsi que Thooris donne, pour 14 sujets examinés dans des conditions vestimentaires diverses, les valeurs suivantes pour la capacité :

SUJETS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
En vêtements d'hiver	2.15	2.05	3.10	2.90	1.80	2.50	2.90	2.75	2.40	1.50	3 »	2 »	2.50	2.50
En vêtements d'été.....	2.30	2.30	3.25	3 »	2.25	2.90	3.10	3.40	2.50	1.90	3.50	2.50	2.75	2.75
En chemise, avec col et cravate.	2.90	2.75	3.75	3.30	2.60	3.25	3.80	3.60	3 »	2.25	3.75	2.75	3.15	2.90
Nus.....	3 »	2.80	3.80	3.70	2.70	3.50	4.10	3.75	3.10	2.30	3.80	2.90	3.25	3 »

(1) C'est nous qui avons souligné.

De plus nous nous sommes efforcés, autant que possible, d'éliminer le coefficient de suggestion qui, plus que partout ailleurs, joue dans la respiration (phénomène vital partiellement volontaire).

Pour aboutir à la concrétisation de notre idée, nous avons cherché à déterminer les différentes valeur d'une respiration *normale* chez les sujets normaux que nous avions à notre disposition, à savoir : capacité vitale, air courant, air de réserve (l'air complémentaire se déduisant rapidement de ces trois valeurs). L'air résiduel inaccessible à la spirométrie n'a pas été déterminé, et nous nous sommes basés, pour en tenir un compte éventuel, sur les différents résultats des auteurs et sur la thèse de Boiet, faite dans le laboratoire de Gréhant.

Nous nous sommes servi exclusivement du spiromètre de Verdin, qui a l'avantage d'être assez sensible pour pouvoir être utilisé en pratique clinique et de maniement facile.

Nous n'avons eu recours soit au spiromètre à compensation automatique de Tissot, soit à un compteur proprement dit, que pour vérifier le fonctionnement de nos appareils et contrôler certains points de notre technique.

On sait qu'une gêne respiratoire, même minime, est de nature à modifier les caractères de la respiration; ces perturbations ont été particulièrement bien étudiées récemment par Dautrebande (Soc. de Biol., 5 juin 1924), qui a insisté sur l'influence d'un obstacle minime, constitué par un léger voile de coton interposé sur le trajet de l'air.

Aussi nous sommes-nous attachés à opérer toujours dans des conditions identiques et pouvant être appliquées telles quelles en pratique courante.

Le masque employé fut celui de Legendre et Nicloux légèrement modifié (suppression des soupapes, obturation de l'un des orifices), et, dans un but de contrôle, le masque de Tissot; le tube d'expiration était en tout cas muni d'une soupape de Chauveau-Tissot, qui nous a rendu des services inappréciables, non seulement comme séparateur d'air, mais en permettant de bien suivre les temps de la respiration (Pl. I. Fig. 2).

Toutes nos mensurations ont été faites dans des locaux où la température n'a varié qu'entre des limites étroites (11 à 14°), ce qui élimine une variable importante.

Cette méthode ne donnant que des valeurs d'air expiré exige, pour la détermination de l'air de réserve, une technique minutieuse. En effet, celui-ci ne peut se déterminer qu'indirectement : d'une part, on cherche la valeur de l'air courant (respiration ordinaire); d'autre part, la valeur de l'air courant plus air de réserve (expiration maxima provoquée après une inspiration ordinaire).

Après avoir placé le masque sur le visage du sujet, tranquille, et l'esprit distant autant que possible de ses actes respiratoires, nous laissons ledit sujet s'accoutumer au port du masque et à la gêne inévitable du début. Au bout d'un temps variable suivant les individus, mais bien appréciable au moyen des soupapes, la respiration se régularisait. A ce moment la

manœuvre d'un robinet à deux voies R dérivait, à l'insu du sujet, l'air expiratoire jusque-là exhalé au dehors vers le spiromètre, et une lecture à chaque expiration donnait la valeur de l'air courant. En réalité nous observions un minimum de trois séries de 10 mouvements, sans que le sujet, qui tournait le dos à l'appareil, sache jamais le début et la fin de ces séries (Pl. I. Fig. 2).

Obligé de pratiquer les différentes opérations ultérieures successivement et non simultanément, nous expliquions alors au sujet ce qu'il devait faire : à savoir, quand nous lui commanderions « à fond », de pousser à fond l'expiration déjà commencée, sans nouvelle inspiration.

Bien entendu, le fait de cette explication amenait une variation respiratoire relevant de l'auto-suggestion de l'individu, qui sentant un « à fond » imminent, avait tendance à modifier son inspiration, soit en plus, soit en moins, pour se préparer à l'expiration forcée; c'était alors qu'il nous fallait prêter une grande attention et ne faire le commandement qu'après avoir constaté, soit par les soupapes, soit par l'aiguille de l'appareil, que les inspirations ou les expirations étaient de grandeurs analogues à celles des inspirations ou expirations qui avaient servi à la détermination de l'air courant, lui-même plus facile à soustraire, du fait de la non participation active du sujet à l'expérience, aux influences psychiques.

En somme, il s'agit de surprendre le sujet après une inspiration ordinaire, alors que déjà l'expiration est commencée.

Nous déterminions cette valeur (air de réserve plus air courant) cinq fois au moins, avec des intervalles de pauses pendant lesquelles le sujet avait le temps de revenir à une respiration calme, contrôlée par des séries de dix mensurations de l'air courant expiré, pratiquées, elles aussi, à l'insu du sujet (nous appelons *air courant de contrôle*, le résultat de ces mensurations). Nous le surprenions alors par des « à fond » qui éliminaient la préparation inspiratoire.

Quand à la capacité vitale, nous la déterminions la dernière par une inspiration maxima suivie d'une expiration maxima, parce que la ventilation intense et anormale que cette manœuvre provoque modifie considérablement, et pendant assez longtemps, les actes respiratoires spontanés ultérieurs, par le double mécanisme des modifications consécutives de l'hématose et par l'excitation portée sur les extrémités viscérales des éléments nerveux assurant, par le pneumogastrique, la sensibilité pulmonaire.

De même que la valeur de l'air complémentaire s'obtient, comme nous l'avons déjà indiqué, par différence entre les résultats de deux mensurations distinctes, capacité vitale et somme : air courant plus air de réserve, de même la valeur de l'air de réserve est donnée par la différence entre cette somme : air courant plus air de réserve et la valeur de l'air courant précédemment déterminée.

Nos examens ont été pratiqués dans le service du Professeur Pierre Mathieu, tant au laboratoire de recherches biométriques de la Faculté de Médecine, qu'au poste annexe de contrôle physiologique orga-

nisé à l'Ecole professionnelle de l'Est, avec l'appui de M. le Directeur Millot, qui a dès l'abord compris tout l'intérêt d'un tel contrôle pour ses élèves (1). Ces examens ont porté sur *105 jeunes gens (étudiants ou élèves) de 16 à 26 ans.*

Sans pratiquer nous-même d'examen clinique approfondi, nous avons pris note de nos constatations et des renseignements qui nous étaient fournis, pour chaque sujet, sur leur passé et leur présent pathologiques.

Nous comptions également le nombre des respirations par minute dans chaque expérimentation, ainsi que le poids, la taille et les différents périmètres thoraciques à la base de l'appendice xyphoïde, en respiration calme, inspiration forcée et expiration forcée.

Nous donnons, à titre d'exemple et pour bien faire comprendre la technique suivie, une de nos observations type complète.

(1) Nous tenons à remercier M. le Directeur Millot de l'amabilité avec laquelle il nous a reçu et a facilité notre tâche.

OBSERVATION TYPE

M... M..., étudiant. Poids : 70 kilos; Taille : 1 mètre 74.
Périmètres thoraciques (pris à la base de l'appendice xyphoïde) :
Inspiration calme, 85 cm.; Inspiration forcée, 91 cm.; Expiration forcée, 83 cm.
Indice de Pignet : $174 - (70 + 85) = 19$.

Observation du 23 avril 1925

Bonne santé apparente.
Aucun antécédent héréditaire ou personnel.
Nombre de respirations par minute : 22.
Température ambiante : 14°.

SÉRIES de 10 EXPIRATIONS	VALEUR d'une seule EXPIRATION	AIR de réserve + AIR COURANT	AIR courant de CONTRÔLE	CAPACITÉ VITALE
5 ¹ 15	0.515	2.340	0.580	4.48
5 78	0.578	2.170	0.555	4.47
5 37	0.537	1.960	0.530	4.79
5 65	0.565	2.100	0.522	4.34
5 80	0.580	8.570 4 0 5 2.142 17 10 2		
5 55	0.555			
5 30	0.530			
5 22	0.522			
	4 382			
	38	8	0.547	
	62			
	6			

VALEURS VRAIES

VALEURS EN % DE CV

Capacité vitale..... 4 ¹ 790	Capacité vitale..... 100
<u>= 0.547</u> Air courant... 0 ¹ 547 } 2 142	Air courant.... 11.41 } 44.70
1.595 Air de réserve. 1 595 } _____	Air de réserve.. 33.29 } _____
Air complémentaire. 2 ¹ 648	Air complémentaire.. .. 55.30

FAITS PERSONNELS

Résultats et Etude critique

Nous avons établi, pour chacun des 105 sujets examinés, deux sortes de graphiques :

1° L'un dans lequel la capacité vitale est représentée en litres et fractions de litres au prorata de sa valeur réelle. L'air complémentaire et l'air de réserve, ainsi que l'air courant situé entre eux, occupent, dans cette capacité vitale, un espace proportionnel à leurs valeurs respectives;

2° Un autre où la capacité vitale est ramenée invariablement à 100 pour chaque individu, les autres éléments étant inscrits à leur place respective, en fonction de cette capacité vitale (Pl. II).

En possession de ces graphiques, nous avons jeté un coup d'œil d'ensemble qui nous a amené aux constatations suivantes :

Nous avons d'abord remarqué une extrême variabilité de la valeur des capacités vitales chez les individus, comparables au point de vue taille, âge, poids, etc..., ainsi que le montre le tableau que nous donnons ci-après, contenant les chiffres obtenus chez 30 de nos sujets d'âges voisins.

VOIR TABLEAU CI-APRÈS

Ordre numérique	NOMS	INDICE	AGE	TAILLE	POIDS	C. V.	A. d. R.	A. C.	AIR COMPLÉMENTAIRE
1	G.	26.91	19	1 ^m 68	60 ^{kg} 590	3 46	1 440	0 612	1408
2	R.	32.11	20	1 64	54 390	3 77	1 090	0 596	2034
3	C.	27	22	1 665	58	4 41	1 683	0 773	1954
4	M ^{lle} N.	25.81	19	1 535	53 69	2 06	0 628	0 468	964
5	B.	26.31	21	1 775	69 690	3 87	1 122	0 693	2055
6	P.	13.35	19	1 63	58 65	3 40	0 891	0 694	1815
7	T.	28.25	22	1 67	58 750	3 90	1 272	0 705	1923
8	B.	15.83	20	1 705	69 67	3 22	0 797	0 715	1708
9	Q.	12.78	22.5	1 67	68 220	3 74	1 040	0 852	1848
10	B.	27.75	21	1 70	60 250	3 77	1 472	0 625	1673
11	M.	15.82	18	1 695	68 680	4 59	1 106	0 716	2368
12	B.	11.5	23	1 67	66 05	3 56	1 042	0 665	1853
13	B.	16.6	18.5	1 656	65 400	3 81	1 569	0 683	1558
14	B.	21.65	20.5	1 74	65 850	4 08	1 128	0 877	2075
15	L.	18.8	22.5	1 765	71 700	5 47	1 166	0 827	3477
16	D.	8	20.5	1 80	91	4 07	0 988	0 672	2410
17	A.	5.7	21.5	1 67	70 3	3 46	0 958	0 402	2100
18	G.	36.65	21	1 77	60 350	2 39	0 543	0 423	1424
19	B.	40	21	1 76	57	2 99	0 630	0 500	1770
20	J.	37.35	22	1 65	92 350	4 200	1 039	0 654	2507
21	M ^{lle} D.	14.7	20	1 67	70 300	3 25	0 515	0 738	1997
22	G.	26.4	20	1 65	58 600	3 15	1 026	0 414	1710
23	D.	4	21	1 67	74	4 47	1 055	0 635	2780
24	M.	19	22	1 74	70	3 75	1 079	0 654	2017
25	B.	16	23	1 685	66 500	4 43	0 864	0 756	2810
26	V.	8.75	23	1 70	68 75	3 60	0 711	0 769	2120
27	T.	5.25	23	1 775	82 350	4 29	1 424	0 916	1950
28	G.	18.4	23	1 775	71 600	3 77	1 150	0 473	2147
29	M.	28	23	1 695	62 500	2 48	0 930	0 563	987
30	A.	7.5	24	1 80	90 50	4 96	0 536	0 616	3808
MOYENNE.						3 746	1 043	0 660	2043

Nous voyons les n^{os} 8 et 11 comparables par leur indice de Pignet, leur taille, leur poids, mais différer sensiblement par leur capacité vitale : 3 l. 22 et 4 l. 59. De plus, en se basant sur la taille seulement, les n^{os} 18 et 27, ayant respectivement 1 m. 77 et 1 m. 775, ont une capacité vitale mesurée de 2 l. 39 et 4 l. 29, variant donc presque du simple au double, alors que, dans la mesure où l'application à un cas individuel de statistiques établies en fonction d'une seule variable est légitime, le tableau de Vierordt (in Beaunis, 1881), donnerait, pour 1 m. 77, une capacité vitale de 3 l. 884, encore que Schnepf n'admette pas de rapport entre C. V. et la taille, alors que la plupart des auteurs l'admettent.

Tableau emprunté à Vierordt

Taille en Cms	C.V. en Cm3
154,5 à 157	2,635
157 à 159,5.....	2,841
159,5 à 162	2,982
162 à 164,5.....	3,167
164,5 à 167	3,287
167 à 169,5.....	3,484
169,5 à 172	3,560
172 à 174,5.....	3,634
174,5 à 177	3,842
177 à 179,5.....	3,884
179,5 à 182	4,034
182	4,454

En se basant sur l'âge, la statistique prévoit, pour le n° 18, âgé de 21 ans, une capacité vitale de 3 l. 581, et pour le n° 27, âgé de 23 ans, une capacité vitale entre 3 l. 581 et 3 l. 530 (tableau in d'Heucqueville,

donnant les relations entre capacité vitale et les différents âges).

Influence de l'âge sur C. V. (cité par d'Heucqueville)

3 à 4 ans	C. V. = 400 — 500 cm ³
5 ans	800 — 1000
8 à 10 ans	1357
10 à 12 ans	1760
12 à 14 ans	1820
15 ans	2544
16 ans	2777
17 ans	3400 sur 400 examens
18 ans	3524 —
19 ans	3985 —
20 ans	3623
21 ans	3581
30 ans	3530
40 ans	3500 sur 2987 examens
55 ans	2862 —
60 ans	2816 —

On admet en général que la C. V. augmente jusque vers la 24^e année. Hutchinson trouve à cette époque C. V. = 3613.

Schnepf admet le chiffre de 2623.

Le rapport le plus évident est celui qui relie C. V. et l'âge; Wintrich a établi un tableau indiquant le coefficient de capacité vitale aux différents âges de la vie pour chaque centimètre de taille, c'est-à-dire, en somme, en fonction à la fois de l'âge et de la taille.

Entre 6 et 8 ans.....	6,5 à 9 cm ³	} Par cm. de taille
8 et 10 ans.....	9 à 11	
10 et 12 ans.....	11 à 13	
12 et 20 ans.....	13 à 22	
20 et 25 ans.....	22 à 24	
25 et 30 ans.....	22 à 24	

La comparaison de la capacité vitale *réelle* avec la capacité vitale *calculée* par le coefficient de Wintrich

ne nous a pas satisfait, il en est de même des calculs basés sur la hauteur du tronc ou les périmètres thoraciques.

Nous nous sommes convaincu ainsi tout de suite de la signification limitée, au point de vue pratique, de tous ces tableaux de moyennes, ne tenant compte que d'un seul élément de la ventilation, et qui n'ont que la valeur très approchée de statistiques dont les résultats dépendent du nombre et de la qualité des résultats accumulés. Nous nous sommes rendus compte surtout de ce fait, en étudiant un peu les moyennes de Boiet (Thèse faite dans le laboratoire de Gréhant) : cet auteur établit des moyennes qui, à notre avis, n'ont aucune valeur, parce que basées sur des chiffres trop disparates. Dans une moyenne relative à l'air courant de 12 hommes normaux, nous trouvons les chiffres disparates suivants : 0 l. 534 et 1 l. 740, 0 l. 543 et 1 l. 246. Comment, dans ces conditions, tabler sur la moyenne ?

En outre les moyennes indiquées par les classiques pour la capacité vitale, l'air courant, l'air de réserve, etc..., ne sont utiles que pour fixer les idées, car nous avons remarqué, en prenant comme type les chiffres donnés par Gley (Voir Fig. 1. Pl. I), qu'ils différaient sensiblement des nôtres. Ainsi, pour le groupe homogène de 30 sujets du tableau précédemment cité, nous trouvons comme moyennes :

Air complémentaire.....	2 l. 043
Air courant.....	0 l. 660
Air de réserve.....	1 l. 043
	—
Capacité vitale.....	3 l. 746

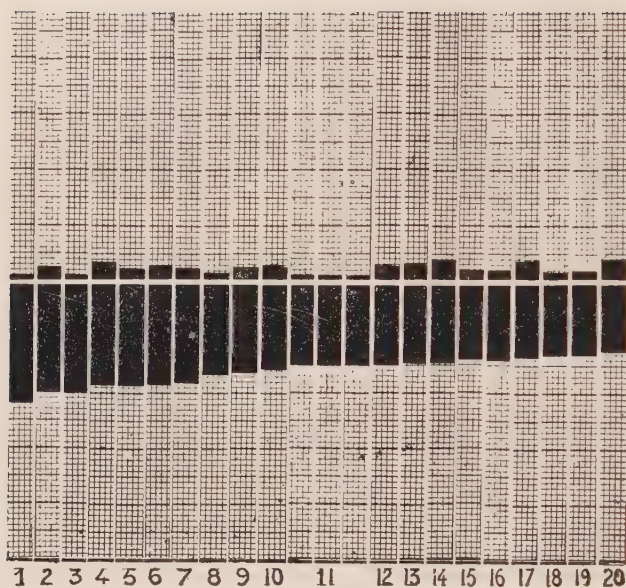
Alors que Gley donne :

Air complémentaire.....	1 l. 500
Air courant.....	0 l. 500
Air de réserve.....	1 l. 500
Capacité vitale.....	3 l. 500

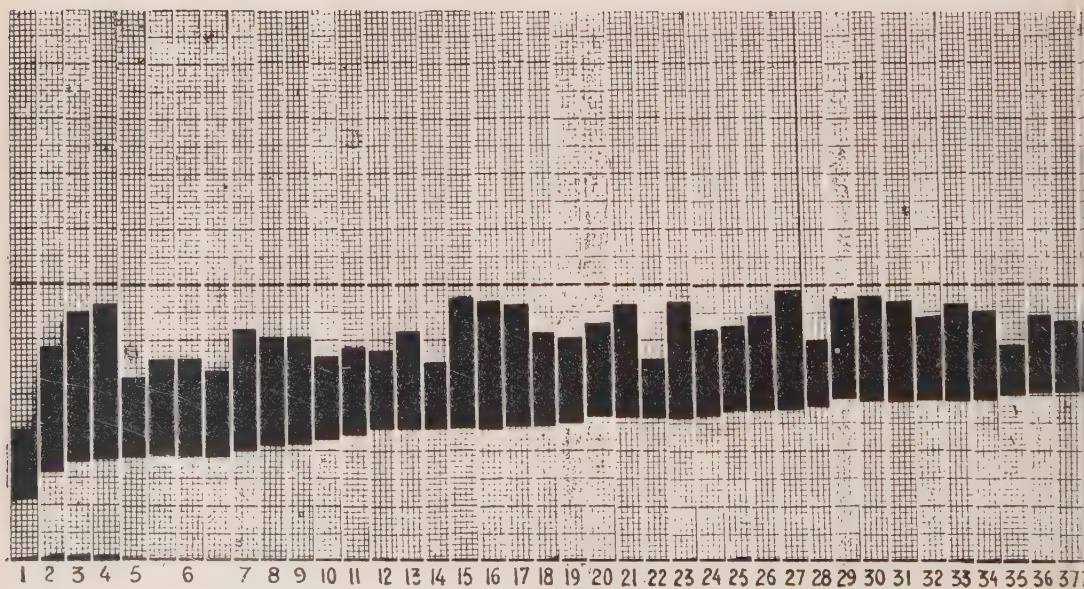
Dans ces conditions, comment pourrait-on prétendre à se rendre compte des déficiences respiratoires avec le critérium de base actuel : nous disons bien critérium de base actuel, car dans les « fiches physiologiques » employées dans l'armée ou prévues au projet de règlement général d'Education physique, l'indication « spirométrie » est suivie invariablement de la mention « Capacité vitale », comme s'il n'y avait pas d'autres appréciations à faire que celle-là ! Certes, depuis beaucoup d'années on a délaissé à tort la pratique de la spirométrie ; car si elle n'est pas parfaite, elle peut nous révéler pratiquement (et c'est là sa grande valeur, à défaut d'autres appareils plus sensibles, plus transportables et de mise au point plus parfaite) des éléments d'appréciation pour juger de la valeur d'une respiration.

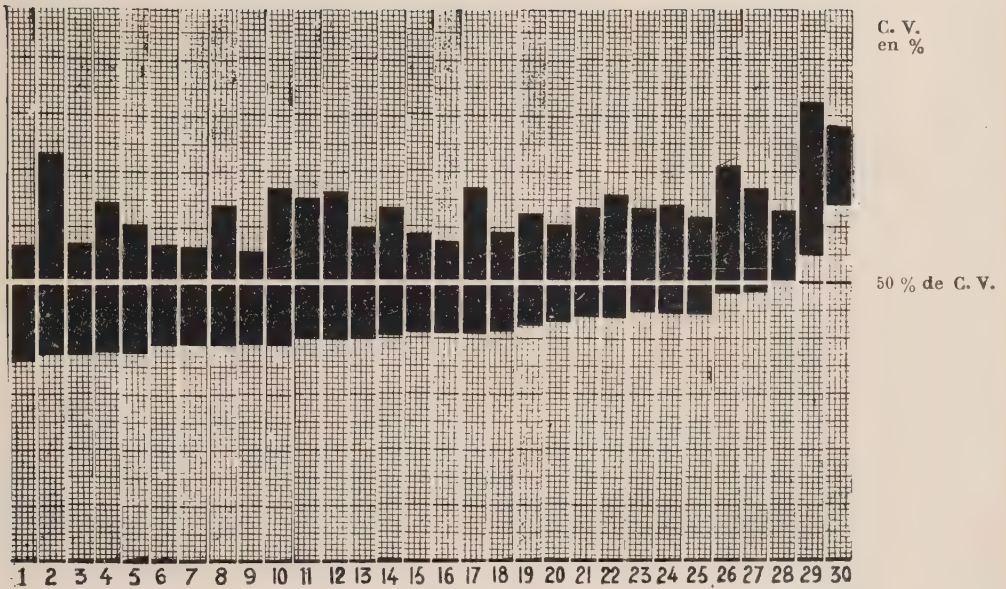
Ces remarques faites, nous nous sommes demandé s'il n'y aurait pas avantage, tout au moins dans notre travail, à diminuer autant que possible les causes d'erreurs qui surviennent quand on tient compte des C. V., et qui entraînent à la considération de facteurs multiples rendant fastidieuses les comparaisons, cependant si intéressantes, que l'on peut faire entre les différents individus au point de vue respiratoire.

Et c'est alors qu'il nous est venu à l'idée de ramener

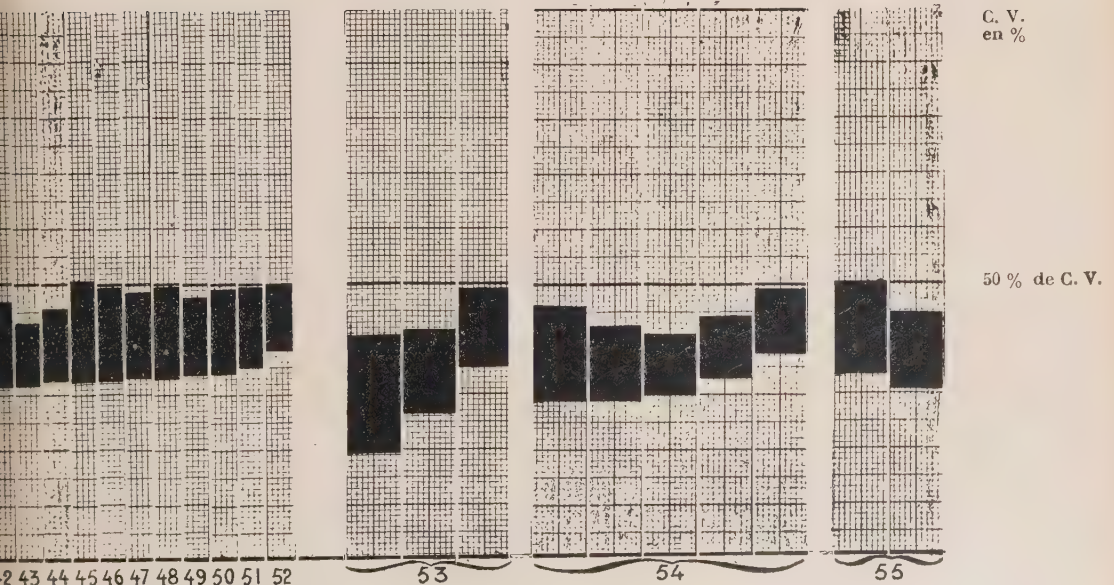


Groupe 20 sujets





Groupe 30 sujets



sujets

REMARQUE. — Les numéros 53, 54, 55, qui sont des sujets particulièrement bien développés, dont l'un (n° 53) bel athlète, ont été examinés à différentes reprises : 3 fois, 5 fois, 2 fois, comme l'indique le graphique ci-dessus, et jamais, dans ces examens successifs, la limite supérieure de l'air courant n'a dépassé le 50 % de la capacité vitale.

pour tous les sujets la C. V. à 100, ce qui élimine tous les facteurs de variations de C. V., et ce qui permet justement la comparaison en fonction de cette C. V. des différents éléments de la ventilation, entre différents sujets même très dissemblables par leur taille, leur âge, leur poids, leur sexe, etc...

Si bien qu'en présence d'un graphique tel que nous le proposons, nous pouvons classer les individus, soit en tenant compte de leur air courant, soit en tenant compte de leur air de réserve, etc...

Nous considérons cette notion de la C. V. ramenée à 100 comme très importante. En passant, nous croyons qu'une étude spéciale et moderne de la C. V. serait nécessaire pour mettre au point cette importante question, car on est obligé encore actuellement, très souvent, d'avoir recours à des travaux sur la C. V., datant de Hutchinson et Gréchant, et qui certainement, malgré la valeur scientifique de ces auteurs, mériteraient d'être révisés, d'autant plus qu'à notre connaissance, ces observateurs n'avaient pas encore recours à l'emploi des masques.

En outre, si les moyennes ne fournissent qu'un renseignement aléatoire, les limites de variations indiquées par les auteurs nous paraissent également sujettes à discussion. Ainsi, même d'après Achard et Léon Binet (1922), « chez un sujet normal, la capacité vitale varie entre 3 litres et 3 l. 500 ; elle peut exceptionnellement atteindre 4,5, et tout à fait rarement 6 litres. » Or, sur nos 105 sujets, nous en avons trouvé 24 qui avaient une capacité vitale au-dessus de 4 litres. Et ce chiffre est encore en

dessous de la moyenne certainement, car 39 de ces jeunes gens ont moins de 18 ans, et, par conséquent, n'ont pas nécessairement leur chiffre adulte de C. V.

Certains auteurs, dans l'étude de la respiration, tiennent grand compte de la valeur de l'air courant, tel le Docteur Jeudon, qui critique à juste titre le fait de ne tenir compte que de la C. V. quand on s'occupe des insuffisants respiratoires, car, dit-il, si une capacité vitale inférieure à

3 l. 50 chez l'homme;
2 l. $\frac{3}{4}$ chez la femme;
1 l. 20 à 7 ans;
1 l. 50 à 10 ans;
2 l. à 12 ans,

marque un insuffisant respiratoire, la réciproque n'est pas vraie, et on peut être un insuffisant respiratoire en possédant une grande C. V. Mais le Docteur Jeudon résout le problème en prenant comme critérium d'insuffisance la faible valeur de l'air courant.

Nous ne sommes pas du même avis, car nous avons dans nos sujets plusieurs jeunes gens athlètes et champions qui ont un petit air courant (tels les n^{os} 1, 10, 53, 54 de notre série de 55 sujets), bien plus petit que celui rencontré chez la majorité de nos cas.

Mais ils ont une grande capacité vitale, ou tout au moins une capacité vitale normale pour leur âge, leur taille, leur poids. Si on se base sur les dires du Docteur Jeudon, on ne peut, étant donné leur C. V., que les considérer comme normaux, sinon excellents dans leur respiration. Cependant si nous prenons le

cas n° 30 de notre série — 30 sujets — nous avons également une capacité vitale remarquable, et c'est un insuffisant respiratoire avéré, malgré un air courant de 617 cm^3 ; de même les n^{os} 8, 22, 25.

Nous voyons donc qu'il semble que ni la valeur de l'air courant, ni celle de C. V. ne peut nous fixer sur la valeur d'une respiration, puisque d'une part des sujets remarquables seraient douteux par leur air courant, et des sujets déficients seraient remarquables par la valeur de leur C. V.

Les deux facteurs *air courant* et *capacité vitale* envisagés *simultanément* sont-ils de nature à nous mieux renseigner ?

Tandis que Küss écrivait « que l'augmentation de la capacité vitale entraîne forcément celle de la quantité d'air de respiration — air courant — on n'en peut douter », d'Heucqueville nie la variation parallèle entre ces deux éléments : « ainsi, chez un sujet inspirant normalement 250 cm^3 d'air, et ayant une capacité vitale de 3200, il est possible d'augmenter considérablement la quantité de l'air courant, 320, sans modifier la capacité vitale 3200. » C'est l'évidence même s'il s'agit de modifications extemporanées de l'air courant; quant à une modification permanente, acquise, ce n'est pas évident a priori, mais nos examens nous portent à être de l'avis d'Heucqueville.

Strohl a proposé un indice, *l'indice respiratoire*, qui représente précisément les variations de l'air courant en *fonction de la capacité vitale*. Il écrit en 1919 : « La C. V. ne nous renseigne que sur le volume d'air maximum qu'un individu pourrait utiliser en faisant, à tout instant, des inspirations et des

expirations forcées. L'air respiratoire (1), par contre, nous dit ce qu'il utilise réellement, et le rapport *air respiratoire* sur *capacité vitale* est l'indice du plus ou moins grand degré de perfection avec lequel il utilise sa C. V., c'est-à-dire respire à l'état normal ».

Il donne un tableau dans lequel est prise, comme valeur des volumes déplacés dans la respiration ordinaire, la moyenne d'une dizaine de mesures relevées sur les graphiques.

On se rend compte tout de suite, par un simple coup d'œil jeté sur la dernière colonne, que chaque sujet utilise une fraction très différente de la quantité d'air maxima que peuvent contenir ses poumons, déduction faite de l'air résiduel.

Voici ce tableau :

SUJETS	AIR RESPIRATOIRE	CAPACITÉ VITALE	$R = \frac{\text{Air resp.}}{\text{C. V.}}$
M. C	0 l. 666	4 l. 383	0 l. 152
L. M.	0 l. 700	3 l. 500	0 l. 2
E. A.	0 l. 890	4 l. 400	0 l. 202
A. S.	0 l. 680	3 l.	0 l. 227
A. M.	0 l. 913	4 l. 033	0 l. 227
G. W.	1 l. 018	3 l. 460	0 l. 295
S. T.	1 l. 223	4 l.	0 l. 306
A. T.	1 l. 48	4 l. 133	0 l. 358

L'indice R varie de 0 l. 152 à 0 l. 358.

Il conclut : « Quoiqu'il en soit, il ressort nettement de nos expériences que la mesure de C. V. seule est absolument insuffisante pour nous donner une indication utile sur la ventilation pulmonaire normale qui, seule, règle les échanges gazeux ». Nous

(1) *Alias* : air courant.

ne pouvons guère tenir compte de cet indice, car chez nos sujets les plus doués au point de vue respiration comme les déficients, nous trouvons des chiffres analogues (Voir tableau suivant). Or nous nous basons sur 105 cas, et Strohl sur 8.

Ce tableau donne la valeur de l'indice de Strohl chez quelques-uns de nos sujets choisis dans notre meilleure série (55 sujets) et dans notre plus déficiente (30 sujets) :

Série 55 sujets

	N° 1	N° 10	N° 53	N° 4
	—	—	—	—
Poids	90 kg 500	71 kg 700	68 kg 750	70 kg
Taille	1 m. 80	1 m. 765	1 m. 70	1 m. 74
Air courant.	0 l. 616	0 l. 827	0 l. 769	0 l. 654
Air de R...	0 l. 536	1 l. 116	0 l. 711	1 l. 079
C. V.....	4 l. 960	5 l. 147	3 l. 60	3 l. 75

Indice de STROHL (1) :

$$\frac{616}{4960} = 0 \text{ l. } 124 \quad \frac{827}{5470} = 0 \text{ l. } 151 \quad \frac{769}{3600} = 0 \text{ l. } 213 \quad \frac{654}{3750} = 0 \text{ l. } 174$$

Série 30 sujets

	N° 30 (20 ans)	N° 22 (15 ans)	N° 7 (24 ans)	N° 25 (16 ans)
	—	—	—	—
Poids	65 kg 800		65 kg 500	
Taille	1 m. 77	1 m. 619	1 m. 69	1 m. 667
Air courant.	0 l. 617	0 l. 523	0 l. 639	0 l. 522
Air de R...	2 l. 758	1 l. 031	1 l. 028	1 l. 335
C. V.....	4 l. 300	2 l. 37	2 l. 61	3 l. 03

C. V. calculée d'après WINTRICH :

$$3 \text{ l. } 894 \quad 2 \text{ l. } 590 \quad 3 \text{ l. } 887$$

Indice de STROHL (1) :

$$\frac{617}{4309} = 0 \text{ l. } 143 \quad \frac{523}{2370} = 0 \text{ l. } 220 \quad \frac{639}{2610} = 0 \text{ l. } 244 \quad \frac{522}{3030} = 0 \text{ l. } 172$$

Ainsi nous admettons avec Strohl l'insuffisance de la C. V. comme moyen d'information.

Nous admettons avec lui, et avec Jeudon, l'importance d'une mesure de l'air courant. A ce point de vue, le rapport de l'air courant à la capacité vitale proposé par Strohl nous renseigne sur la *fraction* de la C. V. utilisée en respiration courante, et c'est là une notion très intéressante, puisque : « Les grandes C. V. s'observent surtout chez les sprinters, sauteurs et nageurs. Quant aux coureurs de cross et de fond, ils se caractérisent précisément par la discordance fréquente entre capacité vitale et air courant ». (Jeudon).

Mais cet indice respiratoire de Strohl ne nous indique en aucune façon la position *qu'occupe dans la capacité vitale l'air courant*.

Pourtant, en fait, entre la limite supérieure de l'air courant et la limite supérieure (inspiration forcée) de la capacité vitale, d'une part; entre la limite inférieure de l'air courant et la limite inférieure (expiration forcée) de la capacité vitale, de l'autre, l'air complémentaire et l'air de réserve *constituent deux marges*, que nous appelons, avec le Professeur Mathieu, les marges de ventilation *apparente* (la

(1) *Remarque* : Nos indices de Strohl varient dans des limites plus étroites que ne l'a indiqué cet auteur.

notion d'air résiduel intervenant dans la ventilation réelle).

Or la dimension relative de ces marges apparaît sur nos graphiques comme un élément extrêmement variable : à tel point qu'il est possible de classer les sujets d'après la *position que l'air courant occupe* dans la capacité vitale ramenée pour tous à un chiffre fixe, 100.

Nous appellerons alors *étiage de l'air courant* à une époque donnée, pour un sujet donné, la position de l'air courant dans l'aire de la capacité vitale.

En procédant à un tel classement, nous avons pu répartir nos 105 sujets en trois groupes, suivant la position que l'air courant occupe :

Soit qu'il soit situé en majeure partie dans la moitié supérieure de cette capacité;

Soit qu'il soit situé en majeure partie dans la moitié inférieure;

Soit qu'il soit situé en entier dans cette moitié inférieure.

La répartition de nos 105 cas a été la suivante :

PREMIER GROUPE : 55 cas, dans lequel l'air courant est placé tout entier au-dessous de la ligne 50 % du graphique;

DEUXIÈME GROUPE : 20 cas, dans lequel l'air courant chevauche sur la ligne 50 %, mais se rapprochant du premier groupe, par la position relativement basse de l'air courant;

TROISIÈME GROUPE : 30 cas, dans lequel l'air courant chevauche nettement sur la ligne 50 %, ou bien est complètement situé au-dessus d'elle.

Partant d'un tel classement, nous nous sommes demandé comment il serait possible d'exprimer, de façon simple, à la fois la *position de l'air courant et sa grandeur relative*.

Après divers tâtonnements, nous avons essayé de définir cet air courant qualitativement et quantitativement comme suit.

Pour fixer la position exacte de l'air courant dans l'aire de capacité vitale, nous proposons un premier rapport, que nous appellerons *rapport des marges de ventilation* = Air complémentaire sur Air de réserve.

Ce rapport définit à coup sûr la position de l'air courant par rapport à ses marges de ventilation, sa *situation ou étiage* dans la capacité vitale, quelle que soit la *valeur intrinsèque de cet air courant* et de *cette capacité vitale*.

D'autre part, on sait, depuis Gréhan, que la *dilution* de l'air de renouvellement dans l'air présent dans le poumon, ou capacité pulmonaire (air résiduel plus air de réserve plus air de renouvellement), est le phénomène essentiel qui régit les conditions même de l'hématose.

Or, si l'air résiduel n'est pas d'une détermination courante, l'autre élément de la capacité pulmonaire, à savoir *l'air de réserve*, est facilement mesurable, nous l'avons vu, par la spirométrie.

Les deux principales variables dans la dilution ou coefficient de ventilation, sont donc l'air courant et l'air de réserve, surtout si on admet, avec Gréhan (d'ailleurs de façon provisoire et sous réserve), la constance relative de l'air résiduel et une relation

assez fixe (de 1 à 2 d'après Gréhant, Waldenburg et Gad) entre air résiduel et C. V. et, avec Küss, que « tout individu, entre 20 et 40 ans d'âge, a une capacité vitale constante, ou du moins extrêmement peu variable (variation maxima 20 cm^3 » constatée sur lui-même).

La comparaison de l'air courant et de l'air de réserve nous renseigne sur ce que nous pouvons appeler la *dilution apparente*, et le rapport de ces deux valeurs pourra nous fournir un *deuxième coefficient de ventilation apparente* air courant sur air de réserve, au même titre que le rapport air de renouvellement sur capacité pulmonaire constitue un coefficient de ventilation réelle de Gréhant.

Pour nous faire mieux comprendre, reprenons le schéma classique du soufflet. Il est évident a priori que les différents éléments peuvent varier d'une façon absolue, et l'un par rapport à l'autre, cela chez le même individu, comme chez des individus différents.

En se reportant à ce schéma (Pl. I. Fig. 1), ainsi qu'au schéma 3 de la même planche, on se rend bien compte de la manière dont nous posons le problème.

Nous représentons au-dessous de la ligne A B l'air résiduel dont nous ne nous occupons pas ici; au-dessus de cette ligne, superposées, les diverses positions que peut prendre le volet mobile du soufflet.

Les limites extrêmes d'ouverture du soufflet, représentées par A B et A C, peuvent être plus ou moins exactement atteintes sous l'influence de la volonté, commandant une expiration forcée ou une inspiration forcée.

Quant à l'air de réserve, c'est dans différentes conditions qu'il peut changer : soit que l'air courant varie (diminue ou augmente) autour de sa position moyenne; soit que tout l'air courant, sans variation ou avec variation de son volume, s'abaisse vers l'air résiduel. En un mot, différents sujets de capacité vitale analogue peuvent fort bien révéler des positions d'air courant schématisées sur la figure. Supposons que l'air courant prenne chez divers sujets les valeurs a b c ; on peut voir un même air courant a b occuper chez divers sujets des positions a^1 b^1 , ou a^2 b^2 ; or, cette notion, nous ne l'avons *trouvée* soulignée dans aucun ouvrage de physiologie.

Partant de ces considérations, nous avons essayé d'appliquer à nos 105 sujets, divisés en trois groupes comme plus haut, les deux indices que nous proposons, à savoir :

Rapport des marges de ventilation;

Coefficient de ventilation apparente.

Nous avons, dans ce but, établi un tableau dans lequel figurent, pour chaque groupe, les indices limites que fourniraient :

1° Le rapport du plus petit air courant observé par nous dans ce groupe, au plus grand air de réserve;

2° Le rapport du plus grand air courant au plus petit air de réserve;

3° Le rapport du plus petit air complémentaire au plus grand air de réserve;

4° Le rapport du plus grand air complémentaire au plus petit air de réserve.

105 sujets considérés comme normaux		LIMITES INFÉRIEURES	LIMITES SUPÉRIEURES
20 CAS	Coefficient de ventilation apparente. . .	$\frac{\text{Act le} + \text{petit}}{\text{AdR le} + \text{grand}} = \frac{14,5}{37,5} = 0,38$	à $\frac{\text{Act le} + \text{grand}}{\text{AdR le} + \text{petit}} = \frac{23}{28} = 0,82$
	Rapport des marges de ventilation. . .	$\frac{\text{AC}^{\text{re}} \text{ le} + \text{petit}}{\text{AdR le} + \text{grand}} = \frac{46}{37,5} = 1,22$	à $\frac{49 \text{ le} + \text{grand}}{28 \text{ le} + \text{petit}} = 1,75$
30 CAS	Coefficient de ventilation apparente. . .	$\frac{13}{55,5} = 0,23$	à $\frac{35,5}{36} = 0,93$
	Rapport des marges de ventilation. . .	$\frac{18}{55,5} = 0,32$	à $\frac{46,5}{36} = 1,29$
55 CAS	Coefficient de ventilation apparente . . .	$\frac{9}{38} = 0,23$	à $\frac{24}{41} = 2,54$
	Rapport des marges de ventilation. . .	$\frac{50}{38} = 1,31$	à $\frac{76,5}{41} = 6,95$
LÉGENDE. — Air courant		Tous ces nombres sont donnés en % de Capacité vitale (C.V.), ce qui nous permet de comparer sans inconvénient des mesures provenant de sujets différents.	
— Air de réserve			
— Air complémentaire = AC ^{re}			

Ce tableau a été en outre l'objet d'une représentation graphique (Pl. I. Fig. 5).

Dans ce graphique nous avons inscrit :

En abscisses sur l'axe horizontal les valeurs extrêmes de l'air de réserve;

En ordonnées sur l'axe vertical les valeurs extrêmes de l'air courant, d'une part, et de l'air complémentaire de l'autre, à partir d'un zéro commun.

Les points d'intersection obtenus fournissent une représentation graphique des huit indices limites précités.

En somme, le graphique ci-dessus nous renseigne sur les différentes variations des trois facteurs fondamentaux de toute respiration : air courant, air de réserve, air complémentaire, et de plus, nous permet de faire une remarque qui pourrait avoir sa valeur pour les recherches ultérieures sur le sujet que nous traitons, mais en l'envisageant au point de vue pathologique ou bien au point de vue de l'effort et du travail, à savoir : que c'est vers une valeur d'air de réserve de 35 à 38 % de la capacité vitale que la respiration paraît être déficiente, d'autant plus que les quelques sujets suspects se trouvent tous dans le troisième groupe.

De tout ce qui précède, il résulte que les deux coefficients proposés sont en somme des rapports ayant un dénominateur commun, l'air de réserve, et pour numérateur, d'une part, l'air courant, de l'autre, l'air complémentaire.

C'est la raison pour laquelle l'air de réserve apparaît comme l'élément régulateur.

Dans notre série de 105 sujets, considérés pour la plupart comme normaux dans leur santé générale, il se trouve que la seule valeur de l'air de réserve suffirait à leur répartition en deux catégories, dans lesquelles cet air varie de 11 % à 35-38 % et de 35-38 % à 55,5 %, pour des variations extrêmes de l'air courant entre 9 % et 35 %.

Mais comme nous ne pouvons pas préjuger des variations de ces limites de l'air courant pour d'autres collectivités pathologiques ou différentes au point de vue ethnique, nous ne pouvons pas nous en tenir au seul air de réserve, et nos deux indices conservent toute leur valeur.

Ces deux indices ne peuvent être considérés séparément; ils forment un tout indivisible, comme on peut le constater sur la fig. 4 (Pl. I), où sont représentés les cas particuliers extrêmes. En 1 et 2, on a supposé l'égalité de l'air de réserve (d) et de l'air complémentaire (b), c'est-à-dire l'identité de position de l'air courant pour deux valeurs très différentes de cet air courant; dans ces deux cas, le rapport des marges de ventilation b sur d est identique et égal à 1. Mais le coefficient de ventilation apparente a sur d est différent, et rend bien compte de la non identité du « type de ventilation ». Inversement, en 3 et 4, on a supposé l'égalité de l'air courant (b) et de l'air de réserve (d), pour deux valeurs différentes de l'air complémentaire, c'est-à-dire pour des positions différentes de l'air courant. Dans les deux cas, c'est le coefficient de ventilation apparente a sur d qui est égal à l'unité; cette fois ce sera le rapport des

marges de ventilation apparentes qui traduira la dissemblance des « types de ventilation ».

La nature des renseignements fournis par chacun des deux indices proposés est bien mise en évidence par l'exemple qui fait l'objet des schémas 5, 6, 7 de la figure 4. On a supposé, en 5, l'égalité des trois éléments a, b, d. Les indices b sur d et a sur d sont tous deux égaux à l'unité. En 6, l'air courant (a) s'accroît aux dépens de l'air de réserve (d), sa limite supérieure restant fixe; les deux indices varient dans le même sens, puisque leur dénominateur diminue, et ils dépassent tous deux l'unité. En 7, l'air courant (a), conservant une limite inférieure fixe, s'accroît aux dépens de l'air complémentaire; cette fois, les deux indices conservent le même dénominateur et varient en sens inverse; le rapport des marges de ventilation devient inférieur à l'unité, tandis que le coefficient de ventilation apparente, au contraire, dépasse l'unité.

En somme, plus le coefficient de ventilation tend à atteindre l'unité ou à la dépasser, plus la ventilation apparente en respiration courante est effective.

En fait, chez nos 105 sujets, dans les groupes 1 et 2 (Pl. I. Fig. 6), les coefficients de ventilation oscillent au-dessous de l'unité; dans le groupe 3, au contraire, ils sont répartis de part et d'autre de l'unité. Ainsi les sujets des deux premiers groupes ont tous une ventilation apparente faible; parmi ceux du troisième, les uns ont une ventilation apparente forte, d'autres une moins forte.

Au point de vue du rapport des marges de venti-

lation, le premier et le troisième groupe ont un indice *supérieur* à l'unité; le deuxième, un indice *égal* ou *inférieur*. Ces sujets sont sans doute, par suite, diversement armés pour l'adaptation à l'effort, question qui mérite d'être reprise : notamment en ce qui concerne les efforts de vitesse et les épreuves de fond.

En résumé, dans notre classification :

	GRUPE 1	GRUPE 2	GRUPE 3
	—	—	—
Coefficient. . . $\frac{A. C^t}{A. d. R.}$	≤ 1	≤ 1	≥ 1
Rapport . . . $\frac{A. C^{re}}{A. d. R.}$	> 1	≤ 1	> 1

Les groupes 1 et 2, voisins, en se plaçant au point de vue du coefficient, diffèrent quand on considère le rapport des marges de ventilation. Les groupes 1 et 3, assez voisins quand on se place au point de vue des marges de ventilation rapportées à l'unité, diffèrent complètement quand on considère le coefficient de ventilation.

Ainsi les trois groupes, arbitrairement constitués, se trouvent confirmés par l'emploi des deux indices proposés; et il y a sans doute plus qu'une coïncidence, dans le fait que tous les sujets remarquables par leur bon état physique appartiennent au groupe 3, tandis que tous les sujets notés comme suspects se trouvent appartenir au groupe 2.

Le fait que, nous en tenant aux seules mesures proprement spirométriques et d'une exécution facile, nous n'avons pas déterminé l'air résiduel, ne nous permet pas d'inférer des indices de ventilation appa-

rente au rendement de la ventilation réelle tel que le définit le coefficient de Gréhan. Cette recherche fera l'objet d'un autre travail.

En tout cas, du moment où il est fait couramment usage de procédés de mensurations spirométriques, il était particulièrement opportun de rechercher une méthode permettant d'utiliser au maximum ces données spirométriques.

Nous avons vu quelle était l'insuffisance de la capacité vitale ou de l'air courant envisagés isolément, de ces deux valeurs considérées dans leur rapport (indice respiratoire de Strohl). Nous pensons avoir établi, par contre, que la détermination simultanée du coefficient de ventilation apparente et du rapport des marges de ventilation, fournit véritablement deux indices qui sont nécessaires et suffisants pour caractériser les modalités diverses de la ventilation apparente, telle que l'étudie la spirométrie directe, c'est-à-dire les « types individuels de ventilation apparente », en un mot, deux indices qui constituent les *indices de ventilation apparente*.

Il demeure naturellement entendu qu'une série de déterminations simultanées de ces indices et de l'air résiduel, pourra seule permettre de dire quel rapport existe entre la dilution *apparente* et la dilution *réelle*, traduite par le coefficient de ventilation pulmonaire de Gréhan.

CONCLUSIONS

L'examen spirométrique de 105 étudiants, de 16 à 26 ans, nous a amené à attacher une importance particulière à la *position* prise par l'air courant dans la capacité vitale, par rapport aux deux *marges de ventilation* : l'air de réserve et l'air complémentaire.

La *valeur* de cet air courant, et sa *position*, caractérisent la *ventilation apparente*, seule accessible par la spirométrie directe.

Il est possible de définir cette ventilation apparente par deux indices :

1° Le *coefficient de ventilation apparente*, rapport de l'air courant à l'air de réserve;

2° Le *rapport des marges de ventilation*, rapport de l'air complémentaire à l'air de réserve.

Ces deux indices sont nécessaires et suffisants pour déterminer les *types individuels de ventilation apparente*.

Vu :

Vu :

Nancy, le 22 juin 1925.

Nancy, le 22 juin 1925.

Le Président de la Thèse,

Le Doyen,

LAMBERT.

L. SPILLMANN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Nancy, le 23 juin 1925.

Le Recteur de l'Académie,

CH. ADAM,

MEMBRE DE L'INSTITUT.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

BIBLIOGRAPHIE

A

- ACHARD ET LÉON BINET. — Examen fonctionnel du poulmon. Masson, édit., 1922.
- AMAR J. — 1° La courbe de ventilation pulm. *Compte rendu Ac. Sc.*, Paris, 1919.
- 2° Les lois scientifiques de l'éducation respiratoire. Paris, 1920.
- 3° Attitude du corps et respiration. *Compte rendu As. Sc.*, Paris, 1920.
- AMEUILLE. — De l'emphysème pulmonaire. *Thèse de Paris*, 1908.
- AMOROS. — Nouveau manuel complet d'éducation physique, gymnastique et morale. Paris. 1898.
- ARCHONTAKIS. — La diminution du murmure vésiculaire au sommet droit et sa valeur séniologique. *Thèse de Paris*, 1877.
- ARNOLD. — Ueber die Atmungsgrosse des Menschen. Heidelberg, 1855.
- ARON. — Lungenventilation bei Veranderungen des Atmosphärendruckes. *Arch. von Virchow*, 1899.
- ARSONVAL (D'). — Recherches théoriques et expérimentales sur le rôle de l'élasticité du poulmon. *Thèse de Paris*, 1877.
- ARTHUS (M.). — Précis de Physiologie. Coll. *Précis Médicaux* (Masson).

B

- BARUCH. — La Pratique de l'hydrothérapie. Le François, édit.
- BEAU ET MAISSIAT. — Les muscles intercostaux. *Archives Générales*, 1892-93.
- BEAUNIS. — Nouveaux éléments de physiologie humaine, 1881.

- BELLIN DU COTEAU. — Les meilleures façons de respirer dans les divers exercices physiques. *Congrès intern. d'Educ. Phys.*, 20 mars 1923.
- BENTEJAC. — De la nage sous le rapport de l'hygiène, 1839.
- BEOGRADATZ (D'). — Adhérences pleurales. Mort rapide et mort subite. *Thèse Nancy*, 31 juillet 1924.
- BERNARD (Cl.). — Spiromètre. *Ac. d. Sc. déc.*, 1856.
- BERT (P.). — Physiologie de la respiration.
— Recherches expérimentales sur l'influence que les modifications de la pression barométrique exercent sur les phén. de la vie. Paris. G. Masson, édit., 1874.
- BINET (L.) ET BOURGEOIS. — P. M., 12 juin 1920.
- BLOCH. — Pneumoscope. *Archives de Physiologie*, 1897.
- BOCQUILLON (E.). — Etude expérimentale et comparée de l'action des différentes méthodes d'éducation physique sur le développement corporal. *Thèse de Paris*, 1905.
- BOIET (Ernest). — La capacité pulmonaire et les mesures spirométriques chez les tuberculeux. *Thèse de Paris*, 1905. (Bonne bibliographie).
- BOIGEY. — Manuel scientifique d'Educ. Phys., 1923. Payot, édit. *Congrès National d'Educ. Phys. de Bordeaux*, 1923, fasc. I.
- BONNET (de Lyon). — Application du compteur à gaz à la mesure de la respiration. T. XLII, p. 82, et T. XLII, p. 519. *Ac. d. Sc.*, 1856.
- BOURGEOIS. — L'apnée volontaire. *Thèse Paris*, 1919.
- BRECCIA (de Gênes). — Hypocapacité respiratoire des sommets, sans manifestations de localisations tuberculeuses. P. M., 9 décembre 1918.
- BROSCII. — Die physikalische Funktionsprüfung der Atmung und ihre Bedeutung. *Arch. von Virchow*, 1898.
- BURQ (D'). — De la gymnastique pulmonaire. Paris, 1875.

C

- CAMINADE. — Du développement thoracique par la gymnastique respiratoire. *Thèse Bordeaux*, 1897.
- CANONGE. — Education physique. *Gazette des Hopitaux*, 1905.
- CARLET. — Article « Respiration » du Dictionnaire de Dechambre.
- CARPENTER. — A comparison of methods for determining the respiratory exchange of man. Wash., 1915. *Carnegie Inst. Wash.* Publi. n° 216.

- CARRIEU. — Quelques mesures du débit resp. max. au moyen du masque manométrique de Pech. *Presse Médicale*, 1921.
- CASTAIGNE ET PAILLARD. — Gymnastique respiratoire diaphragmatique. *Journ. méd. français*, oct 1920.
- CASTELLOTTI (F.). — Etude clinique sur la capacité fonctionnelle respiratoire dans la tuberculose pulm. Apnée volontaire et capacité vitale : leurs rapports. *Giornale de Clinica Médica*, Parme. Tome V, fasc. 9, 30 juin 1924.
- CHABRY. — Contribution à l'étude des mouvements des côtes et du sternum. *Journ. Anat. et phys.*, juillet 1881.
- CHANCEREL. — Gymnastique médicale. *Thèse*, 1864.
- CHARLIER (A.). — La capacité pulmonaire chez les sujets sains et chez les sujets tuberculeux. *Soc. de Biol.*, 16 mars 1904.
- CHASSAGNE ET DALLY. — Influence de la gymn. sur le développement. Paris, 1881.
- COLIN. — Traité de physiologie comparée, 1854.
- CONGRÈS INTERNATIONAL D'EDUCATION PHYS. — Bruxelles, 1905.
- CONGRÈS DE PHYSIOTHÉRAPIE. — Liège, 1905.
- Paris, 1910.
- CONGRÈS NATIONAL D'EDUC. PHYSIQUE DE BORDEAUX. — 24, 25, 26 septembre 1923. I. Informations et rapports.
- COUSSOT. — Contribution à l'étude des tracés graphiques de la respiration. *Arch. Méd. Belge*, 1896.
- CREYX. — Quelques éléments de la mécanique respiratoire à l'état normal. *Compte rendu Soc. Biol.*, Paris, 1920..

D

- DABAT. — Les sports du soldat. *Thèse Lyon*, 1903-1904.
- DALLY. — 1° Plan d'une thérapeutique par le mouvement fonctionnel. *Thèse inaug.*, 1859, Paris
- 2° Cinésiologie ou science du mouvement, 1871.
- 3° Sur la régénération physique de l'espèce humaine par la gymnastique rationnelle.
- 4° *Bulletin Général de thérapeutique*. Tome 101, édition 1881.
- DEMENY. — 1° Recherches sur la forme du thorax et le mécanisme de la respiration. *Arch. physiol. normale et patholog.*, 1889.
- 2° Mécanisme et éducation des mouvements, 1904.
- DESFOSSÉS ET M^{me}. — La gymnastique respiratoire chez les enfants.
- DEMONET. — Capacité vitale. *Thèse Lyon*, 1903.

- DUCROCQ (G.). — Recherches expérimentales sur l'action physiologique de la respiration d'air comprimé. Paris, Delahaye, 1875.
— *Revue Médicale de l'Est*, Nancy, 1876.
— Recherches expérimentales de la respiration physiologique. *Thèse Paris*, 1875.
DUJARDIN-BEAUMETZ. — Aérothérapie dans Dictionnaire thérapeutique.
DUPONT (Maurice). — Equivalent du poids et de la capacité respiratoire. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 27 déc., 1902, p. 1538.

F

- FABIUS. — De spirométo ejusque usu; dissert. Amsterdolami. 1853.
FAURE (M.). — L'éducation respiratoire. *Gazette des Hôpitaux*, 1910, p. 517.
FAURE ET REYMOND. — L'éducation de la respiration. *Revue de Médecine*, 1906.
FICK. — Les diverses formes de respiration humaine. *Revue Générale des Sciences*.
FOISSARD. — Gymnastique des Anciens et des Modernes, 1897.

G

- GRÉHANT. — Mesure du volume des pœumons de l'homme. *Comptes rendus* 1860, et *Ann. des Sc. nat.*, 1860.
— Perfectionnement du procédé de mesure du volume des pœumons par l'hydrogène. *Soc. de Biol.*, 1887.
— Recherches physiologiques sur la respiration de l'homme. *Thèse Paris*, 1869.
GRENIER, DELAGEMÉRÉ ET PARISSET. — Bibliothèque thérapeutique. Baillière, 1909 : Physiothérapie.

H

- HALDANE ET PRIESTLEY. — The régulation of the lung ventilation. *The Journ. of Physiology*, 1905. Vol. XXXII.
HANRIOT ET RICHT (Ch.). — Présentation d'un spiromètre. *Soc. de Biol.*, 1887.
HECKEL (D^r Francis). — Culture physique et cure d'exercice (myothérapie). Masson, édit., 1913.

- HECHT. — Sur le spiromètre. *Thèse Paris*, 1849; *Thèse Strasbourg*, 1855.
- HEUCQUEVILLE (Vigneron D'). — L'acte respiratoire; essai sur la rééducation respiratoire. Bibliographie importante. *Thèse de Paris*, 1910.
- Comment pratiquer l'examen d'un insuffisant respiratoire. *L'Hôpital*, 1920, n° 31.
- Les diverses méthodes de rééducation respiratoire. *L'Hôpital*, 1919, n° 19.
- HUTCHINSON. — On the spirometer. London, 1852.
- Article « Thorax ». In *encyclopéd. of anat. and physiol*, 1852.
- On the capacity of the lungs. *Méd. chir. Transactions*, 1848.

J

- JEUDON (D'). — Sport et insuffisance respiratoire. Article de la *Revue d'Education phys. et de sport*, 5 février 1923.
- JOAL. — Recherches spirométriques dans les affections nasales. *Revue de Laryngologie*, 1890.
- JOBELIN. — Etude critique sur les m. intercostaux. *Thèse Strasbourg*, 1870.

K

- KUSS (Albert). — Etude sur la pneumatométrie et la pneumatothérapie. *Thèse Nancy*, 1876-1878.
- KUSS. — Article sur le traitement de la Tuberculose pulmonaire.
- Thérapeutique des maladies respiratoires. Bibliothèque Gilbert et Carnot, p. 445.
- KUSTENMEISTER. — Ueber d. spirom. und respirat. des Schwanger. In *Arch. von Vogel*, 1853.

L

- LASSÈGUE. — Article sur la Spirométrie. *Archives Générales de Médecine*, 1856.
- LAGARDE. — La gymnastique respiratoire dans le traitement de la Tuberculose pulm. *Thèse Paris*, 1903-1904.
- LABADIE-LAGRAVE. — Aérothérapie. *Gazette hebdomadaire*, 1874.
- LAMOTTE. — Principe d'un pneumographe totalisateur, séparateur et différentiel. *Soc. de Biol.*, 1908.

LAULANIE. — Éléments de physiologie, 1905, p. 348.

LANDOIS. — Traité de Pathol. humaine, 1893, p. 226.

LONGET. — *Traité de Physiologie*, 1861, p. 534.

M

MARRET. — Diff. formes de la respiration humaine. *Annales de la Suisse Romande*, 1896.

MORAT ET DOYON. — Traité de Physiologie, 1900, p. 105.

MOSSO. — La respiration superflue ou de luxe. *Arch. de Biol. italienne*, 1886.

P

PESCHIER. — Posologie et graduation de l'exercice par la méthode spirosocopique. P. M., 28 septembre 1917, n° 53.

PICHARD. — Le gymnaste médecin. Contribution à l'étude pneumographique dans la pathologie pulm. *Thèse de Paris*, 1908.

PLICQUE. — Insuffisance respir. chez les tuberculeux au début. *Journ. des Praticiens*, 1891.

PRÉSENTATION DU SPIROMÈTRE DE VERDIN. — *C. R. de la Soc. de Biol.*, 25 juin 1887, p. 405.

R

RAMEAUX. — 1° Des lois suivant lesquelles les dimensions des corps dans certaines classes d'animaux déterminent la capacité et les mouvements fonctionnels des poumons et du cœur. Mai 1857. Bruxelles. H. Hayez.

— 2° *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1871-72-73-74-75. — *Deutsche Archiv. für Klinische Médecin.*, 72-73-74-75-76.

RENÉ (A.). — Relations qui existent entre la taille, la C. V., la force d'insp. et d'expiration, la force muscul., etc... *Gazette des Hôpitaux*, 1880, p. 1202.

REYMOND. — Gymnastique respir. et amplitaire thoracique. *Revue de la Suisse Romande*, mai 1896.

RIEDEL. — Die Athembewegungen. Würzburg, 1873.

ROGER ET BINET. — Recherches sur la physiologie du poumon. *Revue de Médecine*, 2 mai 1925.

ROSENTHAL. — Les applications médicales de la gymnastique respiratoire par l'exercice physiologique de respiration, son rôle dans la lutte antituberculeuse. *Journ., méd. Français*, n° 9, 1913.

S

SCHENEVOGT. — Ueber den paktischen Werth des Spirome ten. *Journ. de Henh.*, 1854.

SCHNEPP. — Capacité vitale des poumons. Rapports avec les maladies de poitrine. 1858.

SIMON. — De la quantité d'air expiré chez les divers hommes, et de sa mesure à l'aide du spiromètre. Giessen, 1848.

STROHL. — Etude comparative des divers procédés d'exploration de la capacité respiratoire. *Journ. de Physiol. et de Pathol. générale*, 1919. n° 2, p. 258, Tome XVIII.

T

TISSIE (Dr Philippe). — L'éducation physique et la race. *Bibliothèque de Philosophie scientifique*, 1920. E. Flammarion, édit.

— Du rôle mécano-physiologique des six premières côtes dans le rétrécissement supérieur de la cage thoracique, chez les Malingres d'origine respiratoire. Communication faite à la Soc. méd. de Pau, le 8 mai 1908, in *Bulletin de la Soc. méd. de Pau*, n° 3, mai, juin, juillet 1908, p. 44.

— Le K de la Nutrition. *Gazette des Hôpitaux civils et militaires*, 18 janvier 1910, n° 7, p. 86.

— *Revue des Jeux scolaires et d'Hygiène sociale*, octobre, novembre, décembre 1909, p. 178. Pau.

THOORIS. — Méthode de rééducation respiratoire. *Quinzaine thérapeutique*, n° 17., 1911.

— La Vie par le stade, 1924. Legrand, édit., Paris.

TIERCE (Dr). — L'évolution physique de l'enfant et de l'adolescent par la gymnastique et les sports. Paris. Amédée Legrand, édition 1913.

TISSOT. — *Thèse Paris*, 1897.

TRÈVES. — Modifications respiratoires observées au cours des exercices physiques, et vérifiées à l'examen radioscopique. *Vie Médicale*, Paris, 1921.

— Contribution à l'étude du rôle du diaphragme dans la respiration. *Travail du labor. de l'Ec. de Joazeiro*, 1925..

TUFFIER ET LOEWY. — Traitement chirurgical de la Tuberculose pulm. *Paris médical*, n° 10, 1914.

V

VIAULT ET JOLYET. — Traité élém. de Physiologie. humaine, 1899, p. 306.

W

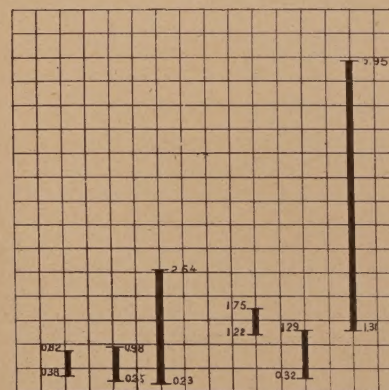
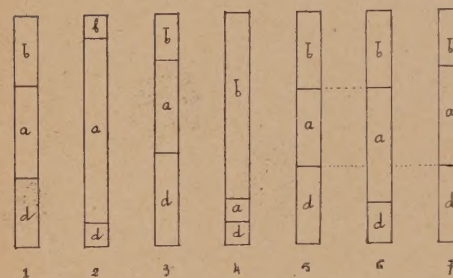
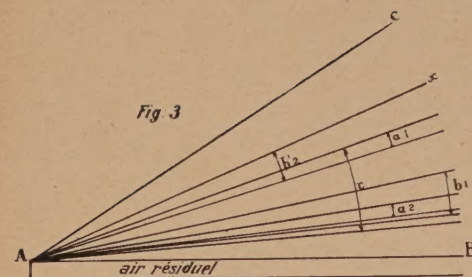
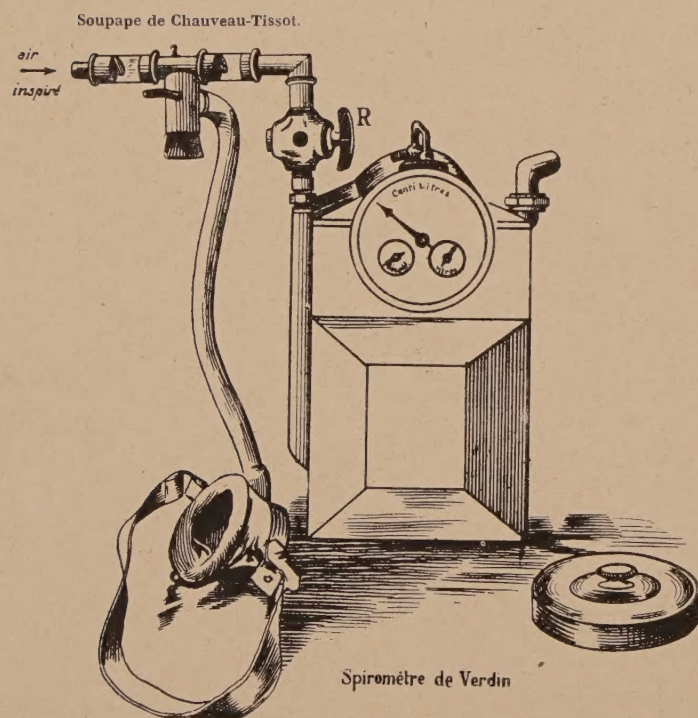
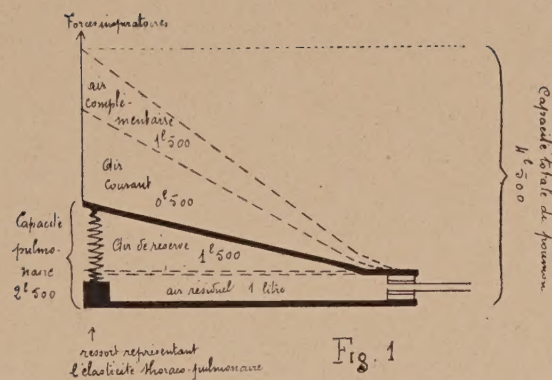
WALDENBURG. — Bestimmung der Grösse der Residualluft, etc. C. Cl., 1880.

WEISGERBER. — Indice thoracique. *Thèse Paris*, n° 528, 1879.

WITZENHAUSEN. — Mesure de la capacité thoracique. *Münch. Méd. Woch.*, 10, 1895.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
Définitions	13
Observation type.....	25
Faits personnels.....	27
CONCLUSIONS	49
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	51



1 2 3 Série Série Série
20 cas 30 cas 55 cas
Coeff. vent. app. Rapp. m. vent.

Fig. 6.

